

УДК 004.031.(42)

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ**

**Минкин И.В.****Научный руководитель – к. т. н., доцент Редькина А.В.*****Сибирский федеральный университет***

В последнее время широкое распространение приобретают средства компьютерной поддержки обучения. Хороший пример подобных средств – системы управления обучением. Такие системы позволяют преподавателю создавать и поддерживать электронные курсы, содержащие богатый набор обучающих средств: публикацию теоретических сведений, тестирование, совместные проекты, форумы и т.д. Система «Moodle» – одна из наиболее известных систем управления обучением с открытым кодом, распространяющаяся по лицензии GNU [1].

На кафедре «Вычислительная техника» ИКИТ СФУ уже несколько лет успешно применяется система «Moodle» [2]. В частности, она используется для поддержки курса «Программирование на языке высокого уровня». В этом курсе предусмотрен цикл лабораторных работ, где студенты решают задачи, составляя программы на языке высокого уровня. При проверке студенческих работ преподавателю необходимо убедиться в их корректности. Для этого программа, написанная студентом, многократно тестируется вручную. Данный процесс отнимает немало времени и сил, что снижает эффективность работы преподавателя. Но данную операцию можно автоматизировать. Это позволит разгрузить преподавателя, оставить ему значительно больше времени для «живого» общения со студентами. В данный момент система «Moodle» не поддерживает такую функциональность. Поэтому было принято решение разработать модуль-дополнение, реализующий автоматическое тестирование программ.

Известно, что проблема автоматического тестирования программ успешно решается на студенческих соревнованиях по программированию ACM ICPC [3]. Студенты отправляют решения задач на сервер, где они проверяются системой. Процедура проверки состоит в том, что на вход тестируемой программы поочередно подаются тестовые наборы данных, при обработке которых программа генерирует выходные данные. Проверяющая система сравнивает выходные данные программы с эталонными и делает заключение о корректности посланного решения.

В настоящее время в мире существует немало проверяющих систем для проведения соревнований по программированию. Поэтому логичным представляется решение, при котором уже разработанная проверяющая система интегрируется в систему «Moodle» и используется для тестирования студенческих работ. Одной из таких проверяющих систем, является система «Ejudge» [4]. Данная система также распространяется под лицензией GNU GPL и работает под управлением ОС Linux. Система «Ejudge» широко используется в рамках различных соревнований по программированию, в частности – в проекте «Московские олимпиады по программированию» [5]. Система «Ejudge» не только проверяет корректность решения, но и обеспечивает защиту от потенциально опасных действий со стороны тестируемых программ: ограничение процессорного времени с точностью до миллисекунды, жёсткий контроль размера адресного пространства процесса и размера стека процесса [6].

Для интеграции системы «Ejudge» в систему «Moodle» разработаны следующие модули:

1. Веб-интерфейс, обеспечивающий взаимодействие системы и пользователя. Это – модуль-дополнение для системы «Moodle», реализованный на языке программирования PHP.

2. Модуль интеграции, поддерживающий взаимодействие между интерфейсом и системой «Ejudge». Он реализован в виде веб-приложения на языке PHP.

На данный момент разработанная система обладает следующими возможностями:

- Редактирование списка лабораторных работ. При этом каждая работа может иметь несколько вариантов заданий. Каждый вариант представляет собой отдельную задачу со своим условием, набором тестов и параметрами.
- Автоматическая проверка посланных студенческих работ. Студент имеет возможность оперативно (в течение нескольких секунд) получить вердикт о корректности выполненной работы. Преподаватель может разрешить студенту просматривать тесты, на которых его программа выдает неверный ответ.
- Накопление и отображение статистики сдачи заданий. Преподаватель имеет возможность просматривать тексты студенческих программ, оставлять отзывы и выставлять оценки.

Таким образом реализована система автоматической проверки лабораторных работ по программированию. Использование такой системы в учебном процессе позволит повысить эффективность и интенсифицировать процесс обучения без дополнительных усилий с обеих сторон. Студент получает возможность быстрого получения ответа о корректности своего решения, а преподаватель освобождается от рутинной работы по проверке решений типовых задач. На данный момент реализована значительная часть функциональных возможностей, однако еще предстоит решить ряд вопросов, связанных с тестированием и развертыванием данной системы.